



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

N



Klassierung: 14 c, 11/02  
 Int. Cl.: F 01 d  
 Gesuchsnummer: 8396/64  
 Anmeldungsdatum: 26. Juni 1964, 19 Uhr  
 Priorität: Deutschland, 2. Juli 1963  
 (L 45262 I a/14 c)  
 Patent erteilt: 30. November 1966  
 Patentschrift veröffentlicht: 31. Mai 1967

## HAUPTPATENT

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, Frankfurt a. M. (Deutschland)

Verfahren zur Herstellung eines Schaufelkranzes einer Axialströmungsmaschine,  
insbesondere eines Axialverdichters

Franz Dieckmann, Essen (Deutschland), ist als Erfinder genannt worden

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines Schaufelkranzes einer Axialströmungsmaschine, insbesondere eines Axialverdichters. Es kann sich dabei auch um einen Schaufelkranz einer Niederdruckstufe einer Dampfturbine handeln. Es kann sich ferner dabei um einen Leitschaufelkranz oder um einen Laufschaufelkranz handeln. Bei der fertigen Maschine sitzen die Füsse der Schaufeln eines genannten Schaufelkranzes in einer Umfangsnut des Stators oder Rotors der Maschine. Die Schaufeln bestehen insbesondere aus Metall.

Bisher wird an dem Stator oder Rotor ein genannter, Füllstücke aus Metall aufweisender Schaufelkranz hergestellt, indem in die genannte Umfangsnut abwechselnd die fertigen Schaufeln und Füllstücke eingesetzt werden, so dass jeweils zwischen den Füßen zweier Schaufeln ein Füllstück liegt.

Hierbei treten aber Teilungsfehler auf, die bei einem Laufschaufelfussdurchmesser von z. B. 600 mm und z. B. 60 Schaufeln für den Kranz immerhin zwei bis vier mm betragen können und nur zum Teil korrigiert werden können. Zur Korrektur werden die Füllstücke z. B. befeilt, nachgefräst oder nachgeschliffen oder es werden zwischen den Schaufelfüßen und Füllstücken Beilagen eingefügt. Alle diese Massnahmen sind erstens zeitraubend und führen weiterhin zu Umfangsabständen von Schaufel zu Schaufel, die immer noch nicht genau der vorgegebenen Teilung entsprechen, und dazu, dass viele Schaufeln des Kranzes in der maschinenachs senkrechten Ebene nicht genau radial stehen. Beides ergibt einen schlechten thermodynamischen Wirkungsgrad. Außerdem sind Reservefüllstücke für den Einbau in die Umfangsnut notwendig, da wegen der genannten Nachbearbeitungen und dgl. Ausschussfüllstücke anfallen.

Weitere Nachteile sind folgende: Für die Herstellung eines Füllstückes ist ein Ausgangsrohling notwendig, der je nach Form des Füllstückes drei- bis neunmal so viel wiegt wie das fertige Füllstück. Dies liegt daran, dass, wie später noch beschrieben wird, für das Aufspannen der Schaufeln und Füllstücke jedes Füllstück radiale Überlänge haben muss und dass ein grosses Zerspanungsvolumen anfällt. Ferner haben die Füllstücke oft unregelmässige Form, die eine komplizierte und somit zeitraubende Fräsaufgabe erfordert.

Aufgabe der Erfindung ist die Aufhebung aller genannten Nachteile. Zwecks Lösung dieser Aufgabe wird gemäss der Erfindung vorgeschlagen, die Schaufeln in Kranzform mit Umfangsabstand voneinander festzulegen und die Räume zwischen den Schaufelfüßen zu vergießen. Dies stellt einen bedeutenden Fortschritt auf dem Gebiete der Herstellung von Schaufelkranzen von Axialströmungsmaschinen dar, denn der Umfangsabstand kann jetzt immer genau und praktisch ohne Toleranz eingehalten werden, alle eingebauten Schaufeln stehen in der genannten Ebene praktisch genau radial, und die Werkstoffersparnis und Fertigungszeiterersparnis sind enorm gross. Das Festlegen der Schaufeln in Kranzform mit dem genauen Umfangsabstand voneinander geschieht insbesondere mittels einer Distanzlehre. Die genannten Ersparnisse ergeben sich dadurch, dass die Werkstoffmenge für jedes durch das Vergießen hergestellte Füllstück kleinstmöglich ist, da keine Füllstücküberlängen und keine Reservefüllstücke notwendig sind, und ferner keine genannte Fräsbearbeitung von Füllstück-Rohlingen und keine genannte Nachbearbeitung von Füllstücken erforderlich sind.

Zum Vergießen kann z. B. Aluminium oder eine Aluminium hochprozentig enthaltende Legierung

verwendet werden. Insbesondere wird aber giessbarer Kunststoff verwendet. Es eignen sich Giessharze, vorzugsweise duroplastische oder selvthärtende Giessharze. Die Erfindung besteht nicht einfach darin, dass der bisher verwendete Füllstückwerkstoff, nämlich Metall, insbesondere Stahl, durch einen anderen Werkstoff, insbesondere ein genanntes Giessharz, ersetzt wird, sondern darin, dass in nicht vorhersehbarer Weise durch das Vergießen zahlreiche neue Auswirkungen, nämlich die eben beschriebenen, entstehen.

Darüberhinaus ist noch ein weiterer grosser Vorteil der, dass zum Ausbau einer reparaturbedürftigen einzigen Schaufel nicht andere Schaufeln und Füllstücke aus der Umfangsnut entfernt und zahlreiche Schaufeln und Füllstücke in Umfangsrichtung verschoben zu werden brauchen, sondern ein der Schaufel benachbartes Vergussfüllstück, eventuell noch das andere, im Falle von genanntem Kunststoff insbesondere mechanisch zerstört und dann aus der Umfangsnut entfernt wird und anschliessend die Schaufel durch eine Drehbewegung aus der Umfangsnut entfernt wird. Oft haben die Schaufelfüsse eine solche Form, dass die Entfernung durch Drehbewegung möglich ist. Das Vergussfüllstück, z. B. aus Aluminium, kann auch durch Erhitzen flüssig gemacht werden und so entfernt werden. Bei Anwendung der Erfindung entfällt übrigens auch das Schaufelschloss.

Insbesondere wird das Verfahren gemäss der Erfindung auch zur Herstellung eines Kranzes aus Schaufel-Rohlingen angewendet, der zwischen zwei Spannringen zur Drehbearbeitung eingespannt wird. Zur Herstellung eines vollen Schaufelkranzes müssen bisher nämlich leider bis zu 30 % Reserveschaufeln und bis zu 30 % Reservefüllstücke hergestellt werden, weil bei der Frä-, Schleif- und sonstigen Bearbeitung der Schaufel-Rohlinge Ausschuss-schaufeln anfallen. Zur Herstellung dieser Reserveschaufeln und Reservefüllstücke ist ein sogenannter zweiter «Ring» erforderlich. Es werden nämlich nach Vorbearbeitung der Ausgangsrohlinge (Flachstahl) für die Schaufeln und Füllstücke diese vorbearbeiteten Rohlinge zwecks Drehbearbeitung in Kranzform mit Kranzdurchmesser wie in der Umfangsnut angeordnet und zwischen zwei gleichen, konzentrisch liegenden, aus Metall, insbesondere Stahl, bestehende Spannringe gleichen und so grossen Durchmessers gespannt, dass sie radial nach innen über den Innen-durchmesser und radial nach aussen über den Aus-sendurchmesser der Spannringe hinausragen. Jeder Füllstück-Rohling ist dabei radial bedeutend länger als das fertige Füllstück, damit sich die Schaufel- und Füllstück-Rohlinge insbesondere während der Drehbearbeitung nicht verschieben oder verdrehen. Die gesamte aus den beiden Spannringen und den Schaufel- und Füllstück-Rohlingen bestehende Einheit wird kurz «Ring» genannt. Dieser «Ring» wird nun zur Drehbearbeitung aufgespannt, insbesondere auf eine Kopfdrehbank, und es werden dann die hinausragenden Teile der Drehbearbeitung unterzogen. Es wer-

den auf diese Weise die Schaufelfüsse und die Füllstücke praktisch zur Endform bearbeitet. Nach dem Ausspannen wird dann jede Schaufel einzeln fertigbearbeitet, d. h. im wesentlichen wird ihr Blatt durch Fräsen hergestellt. Die wie eben angegeben durch Drehen bearbeiteten Füllstücke weisen übrigens die genannten Überlängen auf, die entfernt werden müssen, was einen Verlust an Werkstoff darstellt.

Wie oben angedeutet, ist nun zur Herstellung der Reserveschaufeln und -füllstücke ein zweiter «Ring», der genannten Art erforderlich, der ebenfalls einen vollen Kranz Schaufel-Rohlinge und zugehörige Füllstück-Rohlinge enthalten muss, obwohl nur maximal 30 % Reserveschaufeln und -füllstücke gebraucht werden. Die übrigen 70 % können fast nie verwendet werden. Man sieht nun, dass auch die genannte Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens eine enorm grosse Werkstoff- und Fertigungszeitsparnis bringt. Der zweite «Ring» fällt nämlich fort. Nur ein einziger «Ring» ist erforderlich. Es werden zwischen den beiden Spannringen sämtliche für einen fertigen Schaufelkranz notwendigen Reserveschaufel-Rohlinge und dazu die für diesen Kranz notwendigen Reserveschaufel-Rohlinge untergebracht. Dies ist möglich, da die Metallfüllstück-Rohlinge im «Ring» entfallen, dafür die Räume zwischen den Füßen der Schaufel-Rohlinge, d. h. zwischen den Teilen dieser Rohlinge, aus denen die Füsse entstehen sollen, vergossen werden, und daher jeder dieser Räume in Umfangsrichtung weitaus schmäler sein darf als früher der Füllstückrohling. Jedes zwischen zwei Schaufel-Rohlingen befindliche Vergusstück kann radial solang sein, dass auch der zwischen den späteren Schaufelblättern befindliche Raum oder ein Teil desselben ausgefüllt ist. Die Schaufel-Rohlinge und die Vergüsse ergeben einen fest gefügten Kranz zwischen den beiden Spannringen. Nach den Dreharbeiten werden die Spannringe und dann die Vergüsse wie oben im Falle der Reparatur einer Schaufel entfernt, also z. B. bei Kunststoffverguss der erstarnte Kunststoff mechanisch zerkleinert. Die so entstandenen Kunststoffstückchen können beim nächsten «Ring» wieder als Füllmasse verwendet werden. Die Füllmasse kann minderwertiger Kunststoff sein, minderwertiger als der in der Umfangsnut verwendete.

In Fig. 1 der Zeichnung ist als Ausführungsbeispiel ein Teil eines nach dem Verfahren gemäss der Erfindung hergestellten Axialverdichter-Laufschaufelkranzes in Ansicht aus Richtung 1 (radial von aussen) im kleineren Massstab 2:1 dargestellt, wobei es sich um eine Schaufel und die beiden ihr benachbarten Vergussfüllstücke handelt; Fig. 2 zeigt die Schaufel in Ansicht aus Richtung 2 (Umfangsrichtung). Die Schaufel und die Vergussfüllstücke sind in Fig. 11 so dargestellt, wie sie in der zugehörigen Umfangsnut des Verdichterslängers liegen. Diese Umfangsnut und der sie aufweisende Längsteil sind der Einfachheit halber weggelassen.

Die Schaufel 10 besteht aus einem Fuss 11 und einem Blatt 12. Der Fuss verläuft schräg zur Ver-

dichterlängsachse 13, desgleichen die Schaufel 10, die verwunden ist. Die Kanten 14, 15 der Fussflächen 16 sind zum Eindrehen der Schaufel 10 in die Läuferumfangsnut abgerundet. Die Schaufel 10 besteht aus Stahl, die Vergussfüllstücke 17, 18 aus einem selbsthärtenden Giessharz. Die Vergussfüllstücke 17, 18 füllen die Räume zwischen den Füßen voll aus. Der durch die Erfindung erzielte genaue Umfangsabstand zwischen der Schaufel 10 und der 10 nächsten Schaufel ist mit 19 bezeichnet.

#### PATENTANSPRUCH I

Verfahren zur Herstellung eines Schaufelkranzes einer Axialströmungsmaschine, insbesondere eines

Axialverdichters, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufeln (10) in Kranzform mit Umfangsabstand (19) voneinander festgelegt und die Räume zwischen den Schaufelfüßen (11) vergossen werden.

#### PATENTANSPRUCH II

Anwendung des Verfahrens nach Patentanspruch I zur Herstellung eines Kranzes aus Schaufel-Rohlingen der zwischen zwei Spannringen zur Drehbearbeitung eingespannt wird.

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH

Vertreter: Walther Müller, Zürich

